Arab Republic of Egypt

☞ EDICT OF GOVERNMENT ☜

ES 4603-5 (2006) (Arabic): Mechanical vibration -- Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts -- Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants

BLANK PAGE

المواصفات القياسية المصرية

ES

م ق م : ٤٦٠٣-٥/ ٢٠٠٦

ISO 10816-5:2000

الاهتزازات الميكانيكية – تقييم الاهتزازات الميكانيكية

عن طريق إجراء قياسات على الأجزاء غير الدوارة

الجزء : الخامس

مجموعات توليد القوة الهيدروليكية والمضخات

جمهورية مصر العربية

الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة

تاريخ الاعتماد :٢٠٠٦/١٢/٥

الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة

العنوان : ١٦ ش تدريب المتدربين – السواح – الأميرية.

تليفون : ٢٨٤٥٥٢٢- ٢٨٤٥٥٢٤

فاكس : ٢٨٤٥٥٠٤

بريد الكترونى : moi@idsc.net.eg

موقع الكترونى : www.eos.org.eg

م ق م : ٤٦٠٣-٥/ ٢٠٠٦

ISO 10816-5:2000

م ق م : ٤٦٠٣-٥/ ٢٠٠٦والخاصة بـ الاهتزازات الميكانيكية – تقييم الاهتزازات الميكانيكيه عن طريق اجراء قياسات على الأجزاء غير الدوارة

الجزء الخامس :- مجموعات توليد القوة الهيدروليكية والمضخات **متماثلة فنيا مع المواصفة الدولية ISO 10816-5:2000**

قام باعداد هذه المواصفة لجنة التوافق رقم ١/٥ والخاصة بالميكانيكية.

الاهتزازات الميكانيكيـة – تقـييم الاهتزازات الميكانيكيه

عـن طريـق اجراء قيـاسات على الأجـزاء غـير الدوارة

الجزء الخامس :- مجموعات توليد القوة الهيدروليكية والمضخات

تصدر هذه المواصفة في ست أجزاء :

الجزء الأول :- إرشادات عامة

الجزء الثاني :- التوربينات البخاريـة والمولـدات الكهربيـةالمثبتة على الأرض ذات القدرة أكبر مـن ٥٠ ميجـاوات عنـد سر عات التشغيـل الدوار نية ١٥٠٠لفه/دقيقه , ١٨٠٠ لفه/دقيقه ,٣٠٠٠ لفه/دقيقه , ٦٠٠ لفه/دقيقه.

الجزء الثالث :- قياسات الموقع للماكينات الصناعية ذات القدرة الأسمية أكبر من ١٥ ك وات والسرعة الأسمية من ١٢٠ إلى ١٥٠٠ لفه/دقيقه .

الجزء الرابع :- المعدات المدارة بواسطة توربينات غازية ماعدا الملحقة بالطائرات.

الجزء الخامس :- مجموعات توليد القوة الهيدروليكية والمضخات .

الجزء السادس :- المعدات الترددية ذات القدرة أكبر من ١٠٠ كيلووات .

١ المجال

يعطى هذا الجزء من المواصفة إرشادات لمعايير تقييم اهتزازات مبيت كرسى التحميل المقاسة في ظروف التشغيل العادية عند كراسى التحميل وركائزها أو مبيتها لمجموعات الماكينات الرئيسية فى محطات توليد القوى الهيدروليكية والضخ. وهذه الإرشادات مبينة بدلالة كلا من سعة الاهتزازات تحت ظروف التشغيل المستقر وأية تغييرات قد تحدث في القيمة المستقرة لسعة هذه الاهتزازات. والقيم العددية المحددة لا تعتبر الأساس الوحيد لتقييم الاهتزاز، لأنه عموما يتم تعريف الحالة الاهتزازية للماكينة، بأخذ اهتزاز كلا من مبيت كرسى التحميل وعمود الدوران المصاحب له فى الاعتبار(موضحة بالجزء الأول من هذه المواصفة والمواصفات المدرجة بالمراجع المكملة).

هذا الجزء من المواصفة يطبق على مجموعات الماكينات الموجودة فى محطات توليد القوى الهيدروليكية والضخ حيث تكون السرعات من ٦٠ ل/ د إلى ١٨٠٠ ل/ د ولها كراسى مقعدة أو حذائية، وتبلغ قدرة الماكينة الرئيسية ١ ميجاوات أو أكبر. ووضع محور عمود الدوران يكون رأسى أو أفقى أو على أية زاوية آخرى بين هذين الأتجاهين.

تشمل مجموعة الماكينات التى ينطبق عليها هذا الجزء من المواصفة الآتى :

- المولدات والتوربينات الهيدروليكية.
- المضخات والماكينات الكهربائية التى تعمل كمحركات.
- مجموعة المضخات المدارة بالتوربينات ومجموعة المولدات المدارة بالمحركات.

كما تتضمن المعدات المساعدة (مثل توربينات بدء الإدارة أو المحفزات الموجودة على محور عمود الدوران). و تختص حاليا معايير التقييم الموجودة فى هذه المواصفة فقط بكراسى التحميل الأساسية للماكينة.

وينطبق هذا الجزء من المواصفة أيضا على التوربينات الأحادية أو المضخات المتصلة بمولدات أو محركات كهربائية بواسطة تروس أ و وصلات قطرية مرنة أو كليهما. مع ملاحظة أن الماكينات الكهربائية فى هذه الوحدات يطبق عليها معايير التقييم الموجودة فى الجزء الثالث لهذه المواصفة.

ولا ينطبق هذا الجزء من المواصفة على الماكينات التالية :

- المضخات الموجودة فى وحدات التوليد الحرارية أو التركيبات الصناعية (يطبق عليها الجزء الثالث لهذه المواصفة).
- الماكينات الهيدرولكية أو وحدات الماكينات التى بها رولمان بلى.

بالتوافق مع الفقرة (١) فى الجزء الأول لهذه المواصفة، يتم تعيين اهتزازات مبيت كرسى التحميل لمجموعات الماكينات فى محطات توليد القوى الهيدرولكية والضخ حسب المهام التالية :

- المهمة (ا)– مراقبة التغيرات فى السلوك الاهتزازى.
- المهمة (ب)– منع التحميل الزائد نتيجة الحركة.

يتم تطبيق معايير التقييم أساسا للاهتزازات الناجمة عن مجموعة الماكينات نفسها. ويجب اتخاذ إجراءات خاصة عند الضرورة فى حالة انتقال اهتزازات من مصادر خارجية إلى مجموعة الماكينات

٢ المراجع المكملة

١/٢ المواصفة الدولية الكهروتقنية IEC 60994

guide for field measurement of vibrations and pulsations in hydraulic machines (Turbines , storage , pumps and pump turbines)

٢/ المواصفة القياسية الدولية ISO 7919-5/1997

Mechanical vibration -- Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts -- Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants

٣ تصنيف الماكينات

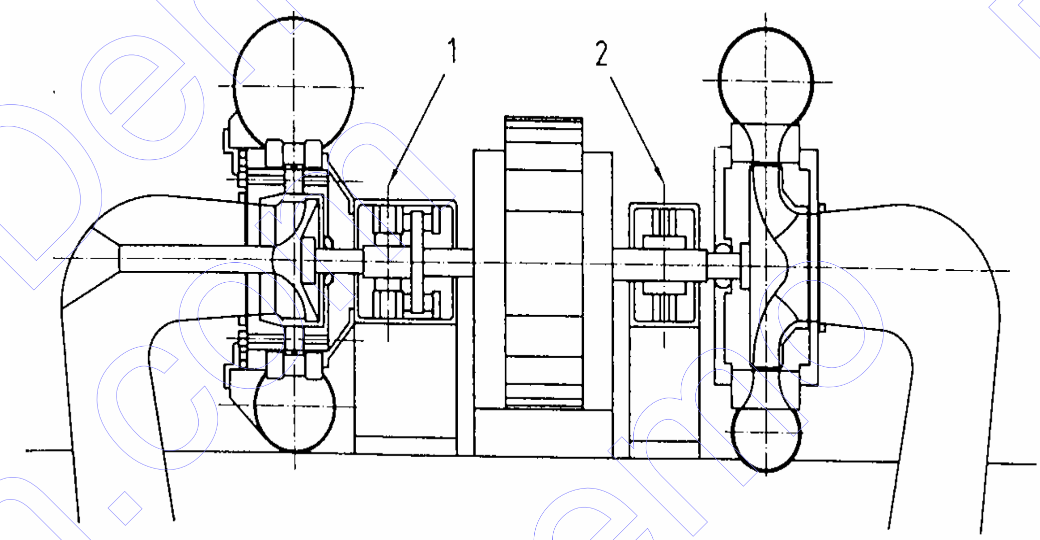
نظرا لوجود اختلافات جوهرية فى تصميمات وتركيبات الماكينات الهيدرولكية فقد صنفت فى أربع مجموعة طبقا لكزازة كراسى التحميل القطرية كما يلى :

- المجموعة الأولى : مجموعة الماكينات الأفقية ذات الركيزة أو الكرسى الطرفى المركب على دعامة جسيئة وذات سرعات تشغيلية معتادة أكبر من ٣٠٠ ل/ د.
- المجموعة الثانية : مجموعة الماكينات الأفقية ذات مبايت كراسى تحميل مرتكزة فقط على غلاف الماكينة الهيدرولكية وذات سرعات تشغيلية معتادة أقل من ٣٠٠ ل/ د.
- المجموعة الثالثة : مجموعة الماكينات الرأسية ذات مبايت كراسى تحميل مرتكزة على دعامة وذات سرعات تشغيلية معتادة من ٦٠ ل/ د إلى ١٨٠٠ ل/ د.
- المجموعة الرابعة : مجموعة الماكينات الرأسية ذات مبايت كراسى تحميل سفلية مرتكزة على قاعدة وذات كراسى تحميل علوية مرتكزة فقط على الجزء الثابت من المولد وذات سرعات تشغيلية معتادة من ٦٠ ل/ د إلى ١٠٠٠ ل/ د.

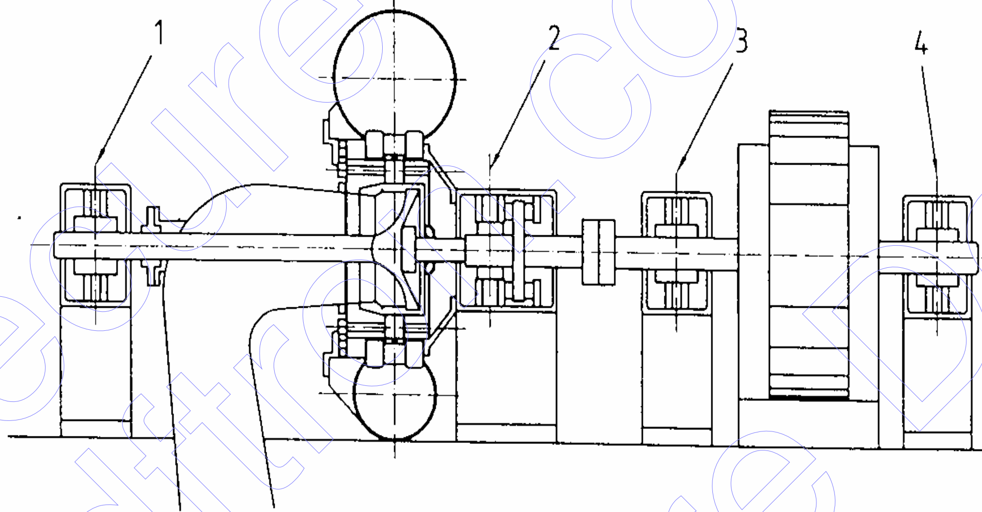
ملحوظة :

الماكينات ذات التصاميم المظلية تندرج تحت المجموعة الرابعة.

الأشكال من ١ إلى ٤ توضح أمثلة لهذه المجاميع.



أ

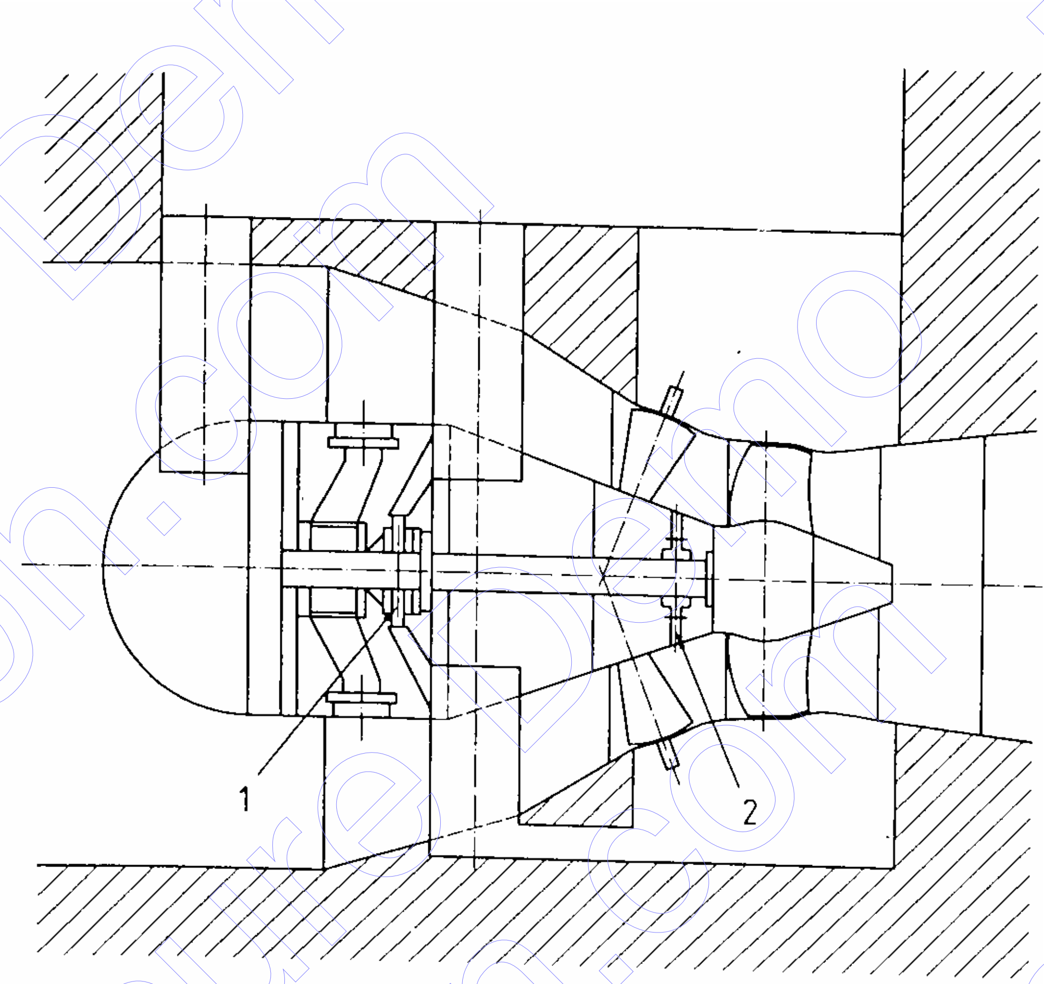


ب

ملحوظة :

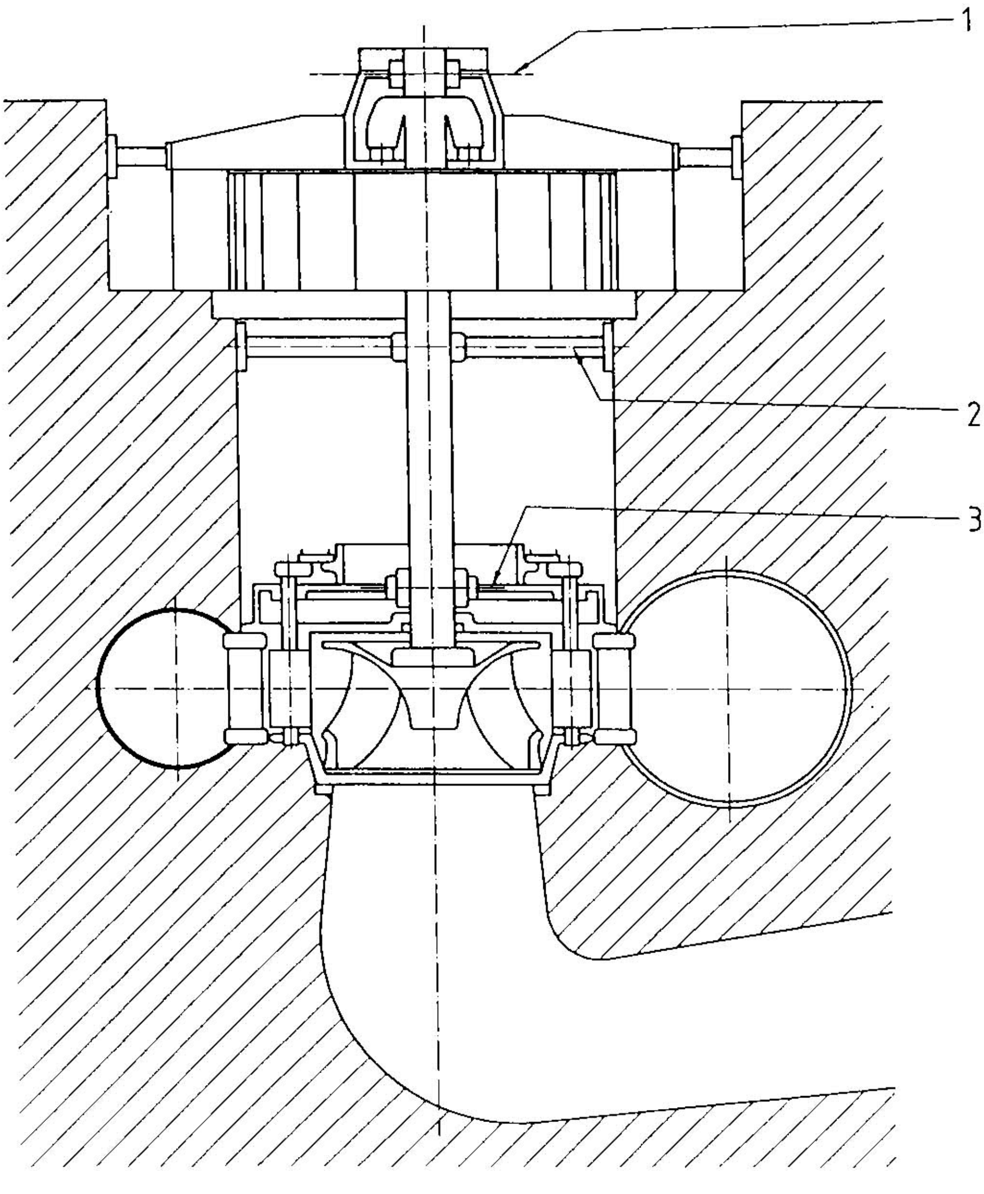
الأرقام تشير إلى أماكن القياس.

شكل (١) : مواقع القياس للمجموعة الأولى : مجموعات الماكينات ذات أعمدة دوران أفقية والقاعدة أو الكرسى الطرفى مركب على دعامة جسيئة وذات سرعات تشغيلية معتادة أكبر من ٣٠٠ ل/ د.



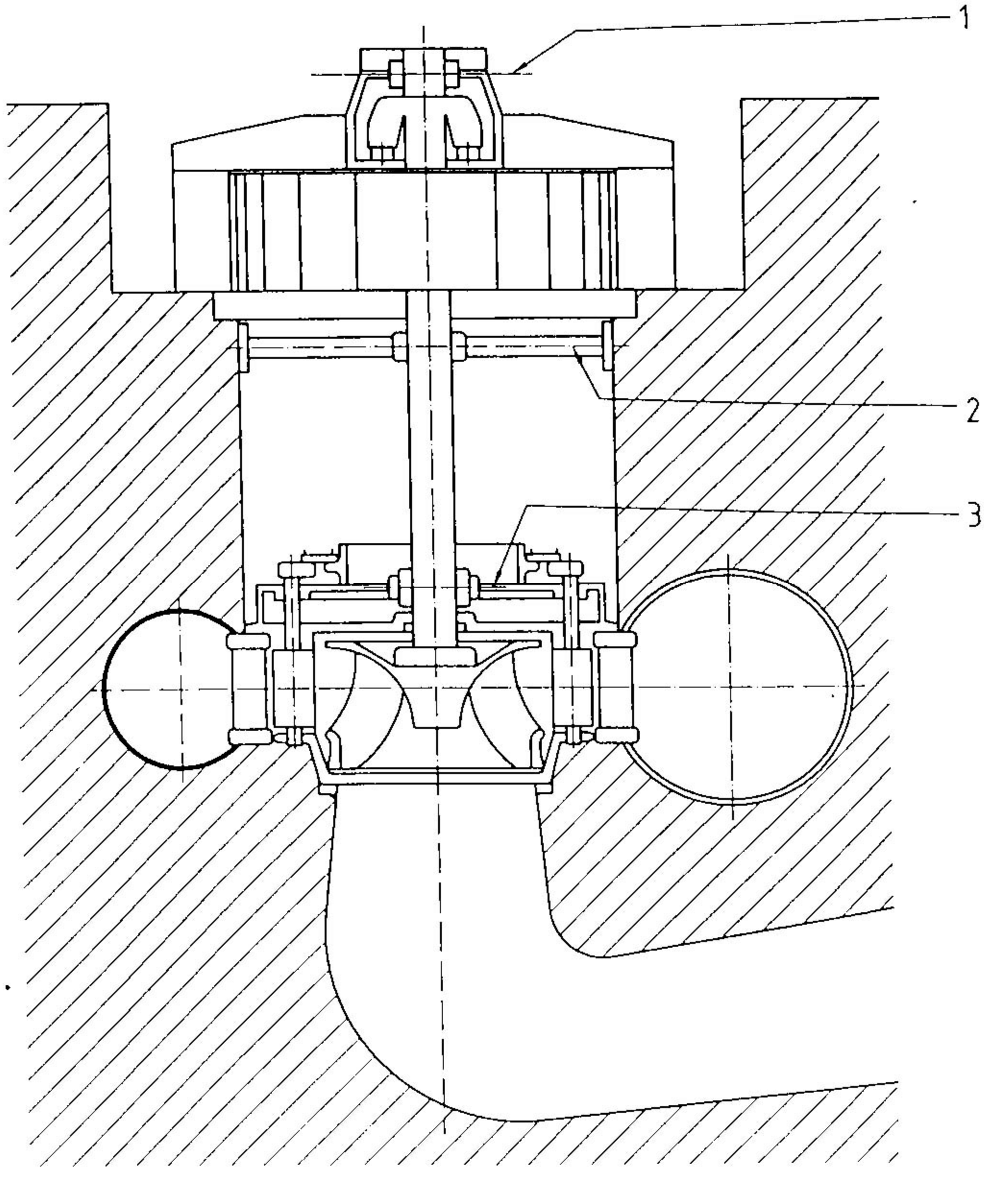
ملحوظة :
الأرقام تشير إلى أماكن القياس.

شكل (٢) : مواقع القياس للمجموعة الثانية : مجموعة الماكينات ذات أعمدة دوران أفقية وذات مبايت كراسى تحميل مرتكز فقط على غلاف الماكينة الهيدروليكية وذات سرعات تشغيلية معتادة أقل من ٣٠٠ ل/ د.



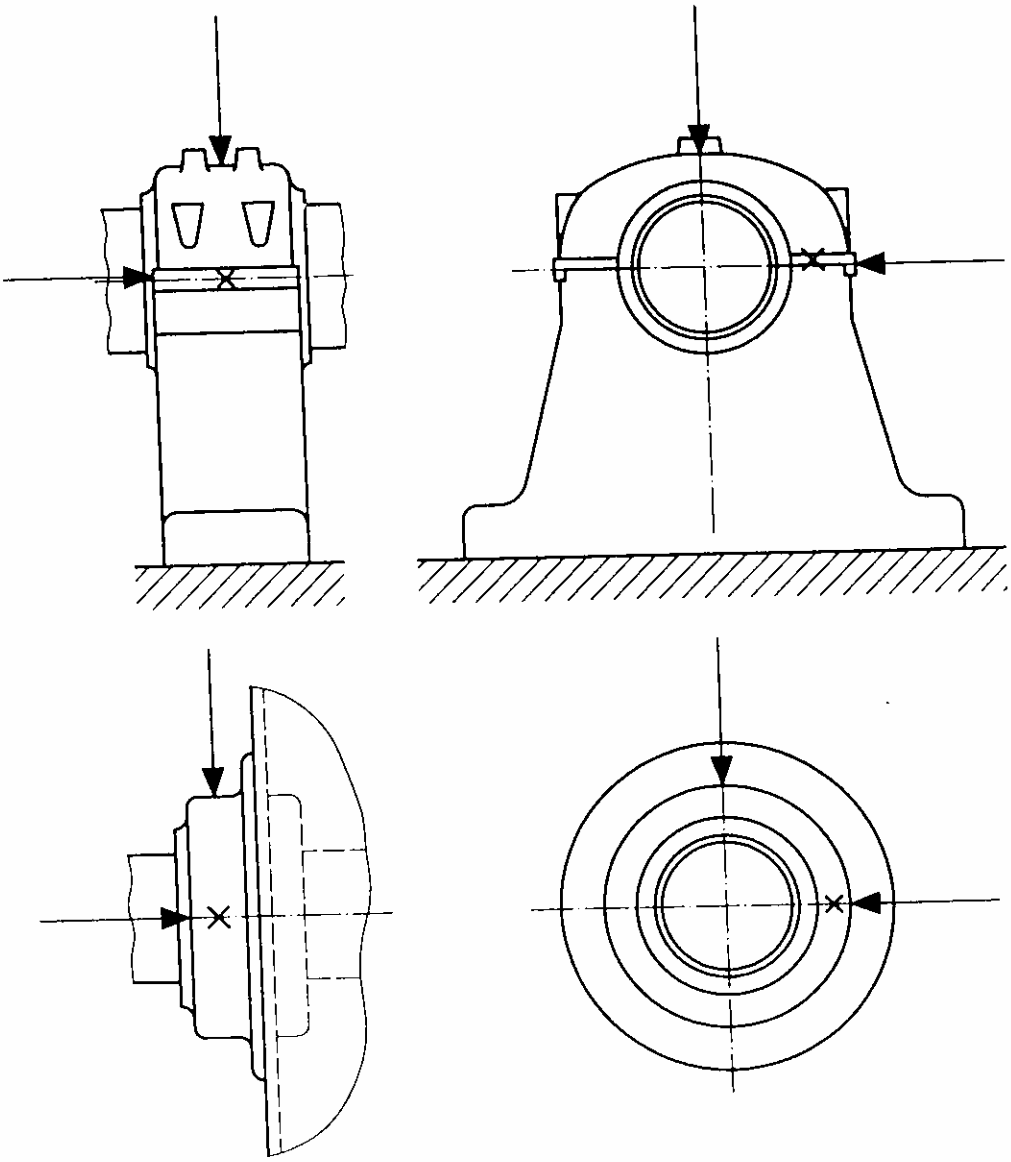
ملحوظة :
الأرقام تشير إلى أماكن القياس.

شكل (٣) : مواقع القياس للمجموعة الثالثة : مجموعة الماكينات ذات عمود دوران رأسى وذات مبايت كراسى تحميل كلها مرتكزة على القاعدة وذات سرعات تشغيلية معتادة من ٦٠ ل/د إلى ١٨٠٠ ل/د.



ملحوظة (١) :
الأرقام تشير إلى أماكن القياس.
ملحوظة (٢) :
الماكينات ذات التصميمات المظلية تندرج تحت المجموعة الرابعة.

شكل (٤) : مواقع القياس للمجموعة الرابعة : مجموعة الماكينات ذات عمود دوران رأسى وذات كراسى تحميل سفلية مرتكزة على القاعدة وذات كراسى تحميل علوية مرتكزة فقط على الجزء الثابت من المولد وذات سرعات تشغيلية معتادة من ٦٠ ل/ د إلى ١٠٠٠ ل/ د.



ملحوظة :
من الموصى به أن تكون مواقع القياسات الأفقية على قاعدة الكرسى وليست على غلافه إذا أمكن ذلك.

شكل (٥) : مواقع واتجاهات القياس على القاعدة أو الكرسى الطرفى

٤ إجراءات و شروط القياس

٤/ ١ عام

تطبق نفس الأجراءات الواردة فى الجزء الأول من هذه المواصفة والمواصفات المدرجة بالمراجع المكملة و فى التوصيات بالفقرات من ٤/٢ إلى ٤/٥ .

٤/ ٢ نوع القياس

تستخدم المجسات (الزلزالية) عموما لإجراء قياسات مطلقة لسرعة اهتزاز مبيت الكرسى التحميل لمجموعة الماكينات الهيدروليكية، وذلك بقياس جذر متوسط المربعات لسرعة الاهتزاز V rms (مم / ثانية) أو بإجراء التكامل الكترونيا يمكن الحصول على إزاحة الاهتزاز S p-p (قمة إلى قمة ميكرومتر). كما يمكن قياس الإزاحة مباشرة ككمية نسبية باستخدام مجسات الإزاحة وذلك فى حالة وجود ركائز جسيئة غير مهتزة.

ونظرا للطبيعة الخاصة لاهتزازات الماكينات الهيدرولكية ونطاق سرعاتها المختلفة، فالكميات المقاسة لها نطاقات تطبيق شائعة كالتالى :

ا - للماكينات ذات السرعات المنخفضة (أقل من ٣٠٠ ل/ د) يفضل قياس إزاحة الاهتزاز S p-p . وفى حالة توقع وجود مكونات ذات ترددات عالية فى الطيف فيتم التقييم عادة بناءا على قياسات فى نطاق واسع من الترددات لكل من السرعة والإزاحة.

ب - للماكينات ذات السرعات المتوسطة والمرتفعة (من ٣٠٠ ل/ د إلى ١٨٠٠ ل/ د) يفضل استخدام قياس سرعة الاهتزاز V rms. وفى حالة توقع وجود مكونات ذات ترددات منخفضة فى الطيف يتم التقييم عادة بناءا على قياسات فى نطاق واسع من الترددات لكل من السرعة والإزاحة.

٤/ ٣ مواضع واتجاهات القياس

يتطلب تطبيق قياس المهام ا ، ب (كما هو وارد فى الفقرة ١) أن تكون القياسات على الأجزاء الظاهرة من الماكينة والسهل الوصول إليها عادة، وتكون ممثلة لمواقع ما يسمى مسار سريان القوى فى هيكل التحميل وكمثال كل مجموعة كراسى التحميل الأساسية للماكينة. والأشكال من ١ إلى ٥ تبيين أماكن قياس نموذجية للماكينات الهيدرولكية. ويجب التأكد من أن القياسات المأخوذة تمثل اهتزازات مبايت كراسى التحميل بدرجة معقولة ولاتشمل أى تكبير أو رنيين للوسط المحيط. ويشترط أن تكون مواقع واتجهات قياس الاهتزازات ذات حساسية مناسبة للقوى الديناميكية للماكينة فى مختلف ظروف التشغيل لها. وفى المعتاد يتطلب ذلك القياس فى اتجاهي محوريين متعامدين عند غطاء الكرسى أو غلافه أو ركيزته. ويراعى الحرص الشديد عند تحديد مواقع واتجهات القياس للماكينات ذات محور أفقى للدوران، والسرعة المنخفضة مثل التربينات الموضحة بالشكل رقم ٢ .

تنبيه :

قد يساء أحيانا تفسير الاهتزازات المقاسة على دليل الكرسى السفلى للماكينة الرأسية. فقد يكون مستوى الاهتزاز المقاس عند مثل هذه الكراسى وما حولها من الركائز الجسيئة الغائرة فى المبنى ناتجا أحيانا عن القوى الهيدرولكية والمنقولة مباشرة من الماكينة الهيدرولكية الملحقة عن طريق الأساسات. ومثل هذه القياسات لا تعطى بالضرورة الصورة الصحيحة لاهتزازات مجموعة محور الدوران.

وفى حالة استخدام أجهزة قياس اهتزازات محمولة للماكينات الأفقية تؤخذ القياسات فى الاتجاه الرأسى والأفقى على ٩٠ درجة (عمودى على محور الدوران). وكذلك فى اتجاه محورى (مواز لمحور الدوران) إن أمكن ذلك كما هو موضح بالشكل رقم ٥.

يمكن استخدام مجس قياس واحد على غطاء الكرسى أو ركيزته بدلا من استخدام مجسيين متعامدين إذا كان القياس الواحد يعطى معلومات كافية عن قيمة اهتزاز الماكينة. ومع ذلك، يجب توخى الحذر عند تقييم الاهتزازات باستخدام قياس واحد للموضع حيث أنه من الممكن أن يكون اتجاه القياس لا يعطى تقريب مقبول لأقصى قيمة اهتزازات عند هذا الموضع.

وتستخدم المواضع والاتجهات التى تعطى أقصى قراءة اهتزازات فى حالات الماكينات الرأسية والمائلة، مثل المحور الجامد والمرن (وهذا مهم فى حالات الماكينات ذات التشييد العنكبوتى لحامل الذراع). ويسجل موقع واتجاه القياس مع القراءات. ويجب أن تكون مواضع المجسات للكراسى المختلفة فى خط واحد ما أمكن ذلك. واتجهات القياس المفضلة فى الماكينات الرأسية تكون عكس السريان ومتعامدة معه.

وفى بعض الحالات، يمكن اختصار مواقع القياس للمواقع المهمة فقط، وذلك فى حالة المراقبة فقط (مهمة١) للماكينات ذات الأربع كراسى أو أكثر. ويكون الإختيار بناءا على تحليل الأداء الاهتزازى للماكينة ومحاكاة جميع أنواع الأعطاب والتأثيرات المعوقة. وأفضل مواضع هى التى يكون للمعوقات عندها تأثير واضح فى سعة الاهتزازات المقاسة لركيزة الكرسى (سواء لقياسات السرعة أو الإزاحة). ويكون تركيب مجس واحد على ركيزة الكرسى أو غلافه فى الإتجاه الأفقى أو مائلا عنه كافيا للمراقبة المستمرة لمجموعة الماكينات فى المجموعة الأولى أوالثانية. وغالبا يعتبر تركيب مجس واحد على كرسى الدفع المحورى كافيا لمراقبة الاهتزازات المحورية للماكينة

٤/ ٤ معدات *القياس*

يجب أن تكون الأجهزة المستخدمة ذات نطاق ترددى واسع لقياس الاهتزازات وذات استجابة ثابتة داخل نطاق الترددات التالية :

- من ربع تردد سرعة الدوران الأسمى على الأقل إلى ناتج ضرب ثلاثة أمثال تردد سرعة الدوران فى عدد الجيوب أو الريش وذلك فى حالة إذا كانت القياسات المأخوذة لاهتزازات الإزاحة (S_{p-p}).
- من ٢ هرتز إلى ١٠٠٠ هرتز إذا كانت القياسات المأخوذة لاهتزازات السرعة (V_{rms}).

ملحوظة :

فى حالة الرغبة فى استخدام الجهاز لتشخيص الأعطاب، يجب أن يكون الحد الأقصى لتردد الجهاز أكبر من القيم المطلوبة للقياس (مثلا أكبر من ١٠٠٠ هرتز إذا كانت القياسات المأخوذة هى لاهتزازات السرعة).

يمكن قياس الإزاحة المطلقة باستخدام مجس (زلزالى) أو مجس عجلة. وعند استخدام أجهزة قياسية فيجب الحرص الشديد والتأكد من أنها مزودة بدوائر الكترونية تعويضية خاصة للحصول على استجابة مستوية فى داخل نطاق التردد الموصف.

وعادة ما تستخدم مجسات إزاحة تلامسية أو غير تلامسية لقياس الإزاحة الاهتزازية النسبية (بالنسبة إلى القاعدة) وذلك فى حالة الماكينات ذات السرعات الأسمية أقل من ٣٠٠ ل/ د. وتثبت هذه المجسات على أعمدة جسيئة أو على اطارات مثبتة فى أجزاء جسيئة على القاعدة. ويجب التأكد من أن الترداد الطبيعية لهذه الأجزاء المستخدمة للتثبيت تكون أكبر على الأقل عشر مرات من تردد السرعة الدورانية الأسمية للماكينة ولا تكون أحدى مضاعفاتها أيضا.

وتقاس القيمة المطلقة لسرعة الاهتزاز باستخدام مجسات زلزالية أو مجسات عجلة. وعند استخدام مجسات زلزالية يجب التأكد من أن الأجهزة المستخدمة مزودة بدوائر الكترونية تعويضية خاصة للحصول على استجابة مستوية داخل نطاق الترددات من ٢ هرتز إلى ١٠٠٠ هرتز.
وتركب مجسات قياس الاهتزازات المطلقة على أجزاء جسيئة من غلاف الكرسى أو أجزاء مجاورة له بشرط أنها تصنف بأنها تعطى تمثيلا حقيقيا للاستجابة الاهتزازية للماكينة. وتبذل عناية خاصة للتأكد من أن تركيب المجس يتوافق مع مواصفات الصانع له. وإذا استخدمت عناصر آخرى ضرورية فى تركيب المجس، فيجب التأكد من أن الترددات الطبيعية لها تكون أكبر على الأقل عشر مرات من تردد السرعة الدورانية الأسمية للماكينة وليست احدى مضاعفاتها أيضا.
ويجب أن تكون الخصائص المميزة لنظام القياس وتأثير البيئة المحيطة عليه معروف ويشمل الآتي :

- التغيرات فى درجة الحرارة.
- المجال المغناطيسى.
- مجال الضوضاء.
- التغيرات فى مصدر التغذية.
- طول كبل المجس.
- اتجاه المجس.

ويجب بذل عناية خاصة للتأكد من صحة تركيب المجسات وبطريقة لا تؤثرعلى خصائص الاستجابة الاهتزازية للماكينة.

٤/ ٥ ظروف التشغيل
ولا تؤخذ القياسات إلا بعد وصول الدوار والكراسى الأساسية إلى درجة حرارة التشغيل المعتادة وكذلك عند ظروف التحميل المعتادة للماكينة والمستقرة.

٥ التقييم

٥/ ١ عام
يعطى هذا الجزء من المواصفة معياريين لتقييم شدة خطورة الاهتزازات لأنواع مختلفة من الماكينات.
المعيار الأول باعتبار مقدار الاهتزازت المقاسة باستخدام قياسات ذات نطاق ترددى عريض. و المعيار الثاني باعتبار التغيرات التى تحدث فى مقدار الاهتزازات بغض النظر عما إذا كان هذا التغيير بالزيادة أو بالنقصان.

٥/ ٢ المعيار الأول : قيم الاهتزازات
يتطلب التشغيل الآمن والمثوق به للماكينة فى ظروف التشغيل العادية أن يبقى مقدار الاهتزاز أقل من حد معين يتوافق - على سبيل المثال - مع الأحمال الحركية المقبولة والاهتزازات المقبولة والمنقولة إلى غلاف التحميل ومنها إلى الأساسات. ويأخذ هذا المعيار عموما كأساس لتقييم الماكينة فى حالة عدم توافر معلومات موثقة عن خواص الدوران المقبولة للماكينات من هذا النوع (مثل أنواع الماكينات الجديدة).
ويقارن أقصى مقدار للاهتزاز المأخوذ عند غلاف أو ركيزة كل كرسى مع مناطق التقيم التالية :
المنطقة أ : اهتزازات الماكينات الجديدة تقع فى المعتاد فى هذا المنطقة.

المنطقة ب : يعتبر التشغيل المتصل للماكينات التى تقع اهتزازاتها فى هذا المنطقة فى المعتاد مقبول لفترات تشغيل طويلة وغير محدودة.
المنطقة ج : يعتبر التشغيل المتصل للماكينات التى تقع اهتزازاتها فى هذا المنطقة فى المعتاد لفترات طويلة غير مرض. ويمكن تشغيل الماكينة لفترة محدودة حتى تتاح الفرصة لاتخاذ إجراءات علاجية.
المنطقة د : قيم الاهتزازات فى هذه المنطقة تعتبر فى المعتاد ذات خطورة شديدة تؤدى إلى اتلاف الماكينة.
لا يقصد بالقيم العددية المحددة للمناطق أن تكون قيم قبول ولكنها قيم استرشادية للتأكد من تجنب العيوب الكبيرة والمتطلبات الغير واقعية.

ملحوظة :

قد يقع مقدار الاهتزاز المقاس فى المنطقة أ أو ب وذلك للماكينات التى تم تحديثها بزيادة مخرجاتها. ويتوقف اختيار أى من المنتطقتين على العلاقة بين القوى المؤثرة الجديدة وقدرة الأجزاء الجديدة أو المعاد استخدامها لتحمل التعرض للأحمال الديناميكية لفترات طويلة.

٥/ ٣ حدود مناطق التقييم

٥/ ٣/ ١ ظروف تشغيل التوربينات

الجداول أرقام من أ ١ إلى أ ٤ تبين القيم الموصى بها لحدود المجوعات الأربعة للماكينات الخاصة بهذا الجزء من المواصفة. وتنبطق هذه المعايير على القياسات التى تتم على ركائز أو أغلفة الكراسى وفى الاتجاه القطرى للماكينات ذات سرعات تشغيل أسمية من ٦٠ ل/ د إلى ١٨٠٠ ل/ د تحت ظروف التشغيل التعاقدية والتى تسمح بمدى استقرار، وكذلك تحت أية ظروف تحميل آخرى إذا كانت الماكينة مصممة لهذه الظروف الخاصة.
وقيم حدود المناطق موصفة لكل من قياسات السرعة والإزاحة. وإذا تم قياس سرعة الاهتزاز والإزاحة وقورنت بالقيم المذكورة فى الجداول أ ١ ، أ ٣ و أ ٤ ووجد اختلاف فيطبق المعيار الأكثر تشددا.
وتنبطق قيم الحدود على جميع أنواع الماكينات الموجودة فى المجموعة الواحدة بصرف النظر عن الأرتفاع فى عمود السائل أو القدرة، فيما عدا القيود الواردة فى الفقرة رقم ١. وربما يتوقع عادة اهتزازات أقل لمبيت الكرسى فى الماكينات ذات التشغيل الهيدروديناماكى السلس.
وقد ترتفع قيمة اهتزازات أغلفة الكراسى فى حالة المضخات التوربينية نظرا لمعايير تصميم العمود والذى يكون متوسطا بين تصميم عمود المضخة وتصميم عمود التوربين.
والقيم الموجودة فى الجداول أرقام من أ ١ إلى أ ٤ مبنية على تحاليل إحصائية لقياسات جمعت من أكثر من ١٤٠٠ عينة من انحاء العالم لماكينات ذات قدرات وسرعات مختلفة تشمل المجموعات الأربعة. ويلخص الملحق ج طريقة التحليل الإحصائى للقياسات المجمعة التى استخدمت للحصول على هذه القيم.

ملحوظة (١) :

فى المعتاد، يتم الحكم العام على الحالة الاهتزازية العامة للماكينة بناءا على اهتزازات غلاف الكرسى كما هو مذكور عاليه، بجانب القياسات التى تتم على محورالدوران.

ملحوظة (٢) :

كما ورد فى الملحق ج، فقيم الحدود المعطاة قدرت بطرق إحصائية وبناءا على الحدود التنبوئية المحددة وكان ذلك ضروريا نظرا للإنتشار العريض للقياسات المأخوذة. ولذلك فإنه من المتوقع ألا توجد دائما علاقة صحيحة فى جميع الحالات بين حدود المناطق والعيوب أو الأعطاب المحتملة للماكينة.

٥/ ٣/ ٢ ظروف تشغيل المضخات

لا توجد فى الوقت الحالى معلومات كافية لإعداد معايير لمجموعة ماكينات الضخ. وعند توافرها ستضم للإصدارات القادمة لهذه المواصفة.

٥/ ٣/ ٣ ظروف التشغيل الخاصة

يجب توجيه العناية لظروف التشغيل الخاصة التالية :

- ظروف التشغيل المستقر عند الأحمال الجزئية المنخفضة، التحميل الزائد و التحميل العابر المتكرر خلال بداية ونهاية التشغيل.
- ظروف التشغيل العابر والنادر مثل الإيقاف الاضطرارى، ظروف عدم وجود خرج والتشغيل خلال الربع المفرمل للمضخات والمضخات التوربينية.

و التقييم لمثل هذه الظروف أصعب كثيرا عن التقيم لظروف التشغيل العادى وفى مدى الحمل الموصف. ولا يوجد حاليا معلومات ولا خبرة كافية لوضع منحنيات حدودية لمثل هذه الظروف. وكلما قل التحميل عن التحميل الموصف للماكينة الهيدرولكية، كلما اضطرب سريان المائع خلالها، مما يؤدى إلى انفصاله وتتولد دوامات إثارة عشوائية عنيفة. ونظرا لارتفاع كثافة المياه عن الغازات، تكون القوى الناجمة عن هذه الإثارة أكبر كثيرا من تلك الناجمة فى الماكينات التورينية الحرارية (غازية). ولذلك فعند التشغيل خارج النطاق الموصف للماكينة، تكون اهتزازات الكرسى أو بنية الماكينة أقل كثيرا من الاهتزازات العشوائية الناشئة من الكتلة الغير متزنة للسائل والناجمة عن هذه الإثارة. وبناءا عليه فعند ظروف التشغيل هذه غير الطبيعية، فيجب تقليل الأعتمادية على القيمة اللحظية وزيادتها للقيمة المتوسطة المأخوذة خلال فترة قياس كبيرة نسبيا.

٥/ ٣/ ٤ الاهتزازات المحورية

ليس من المعتاد قياس الاهتزازت المحورية على كرسى التحميل المحورى الرئيسى خلال مراقبة التشغيل. ولكن تستخدم هذه القياسات أساسا أثناء المسح الاهتزازى الدورى أو لأغراض تشخيصية. وتدل الاهتزازات المحورية عموما عن وجود نبضات محورية والتى قد تؤدى إلى حدوث أعطاب فى أسطح التحميل المحورية . وحاليا لا توجد معايير لاهتزازات الكراسى المحورية نظرا لقلة البيانات المتاحة.

٥/ ٤ المعيار الثانى : التغير فى قيمة الاهتزازات

يعطى هذا المعيار تقيم للتغير فى (قيم) مقدار الاهتزاز بالنسبة إلى قيمة مرجعية سابقة تم التثبت منها فى ظروف التشغيل المستقر. وقد يتطلب التغير المحسوس فى مقدار الاهتزاز ذو النطاق العريض من الترددات، اتخاذ إجراء، على الرغم من عدم زيادة المقدار نفسه عن حد الإنذار للمنطقة ج للمعيار الأول. وقد يكون التغير فجائى أو متزايد مع الوقت. وقد يدل على حدوث العطب فعلا أو يكون انذار على قرب حدوثه أو حدوث أى أخطار آخرى. والمعيار الثانى مبنى على أساس التغيرالحادث فى مقدار الاهتزاز فى نطاق ترددى عريض فى ظروف التشغيل المستقر. وتسمح ظروف التشغيل المستقر بتغيرات بسيطة فى قدرة الماكينة أو فى ظروف التشغيل.

عند استخدام المعيار الثانى فإن قياسات الاهتزاز المقارنة تؤخذ عند نفس الموضع والاتجاه للمجس وعند نفس ظروف التشغيل المستقرللماكينة تقريبا. ويجب فحص اية تغييرات واضحة فى مقدار الاهتزاز بصرف النظر عن قيمته الكلية لتجنب أى موقف خطير قد ينشأ. وعندما يتخطى التغيير فى مقدار الاهتزاز

٢٥ % من القيمة الحدية العظمى للمنطقة ب (المقابلة للرمز ب/ج فى الجداول من أ ١ إلى أ ٤) فيجب اعتباره تغييرا كبيرا خصوصا إذا كان فجائيا. ويجب البدء فى عمل الفحوص التشخيصية لبحث سبب هذا التغيير وتقرير الأجراءات الإضافية المطلوب اتخاذها.

ملحوظة :

تعتبر قيمة التغيير ٢٥ % شديدة بصرف النظر عن إذا كانت بالزيادة أو النقصان.

والقيمة ٢٥ % قيمة استرشادية ويمكن استخدام قيم آخرى بناءا على الخبرة فى ماكينة محددة.

٥/ ٥ حدود التشغيل

٥/ ٥/ ١ عام

من المعتاد وضع حدود للاهتزازت فى ظروف التشغيل طويل الأمد. وتكون هذه الحدود فى شكل تنبيهات الخطورة والايقاف للخطورة.

تنبيهات الخطورة : تستخدم تنبيهات الخطورة لتقدم تحذيرا من مقدار الاهتزاز الذى وصل إلى قيمة محددة أو أن تغييرا كبيرا فى مقدار الاهتزاز قد حدث، مما يستوجب ايجاد علاج للمشكلة. وبشكل عام، فعند حدوث موقف تنبيهى، فيمكن ان يستمر التشغيل لفترة ما بينما يتم تقصى يتم أسباب التغيير فى الاهتزاز وتحديد حل لعلاج المشكلة.

الإيقاف للخطورة : لتحديد مقدار الاهتزاز والذى بعده يكون أى تشغيل للماكينة مسببا إتلافها. فإذا ما زاد مقدار الاهتزاز عن حد الإيقاف للخطورة، فيجب إتخاذ إجراء فورى لتقليل اهتزاز الماكينة أو إيقافها.

ويمكن تعيين حدود تشغيل مختلفة تبعا للتحميل الديناميكى وجساءة الركائز لمواقع واتجاهات قياس مختلفة.

٥/ ٥/ ٢ ضبط تنبيهات الخطورة

تختلف قيم التحذير كثيرا علوا وانخفاضا للماكينات المختلفة. وتختار القيم لماكينة معينة نسبة إلى قيمة أساسية لها موصفة بناءا على الخبرة ومكان واتجاه القياس.

وفى المعتاد، تختار قيمة أعلى من القيمة الأساسية بمقدار ٢٥ % من الحد الأقصى للمنطقة ب. وإذا كانت القيمة الأساسية منخفضة يمكن أن تكون تنبيهات الخطورة أقل من المنطقة ج.

وعند عدم وجود قيمة أساسية (للماكينات الجديدة مثلا) تحدد تنبيهات الخطورة المبدئى بناءا على خبرة بماكينات مثيلة أو بنسبة من قيم القبول المتفق عليهاا. وبعد فترة من الزمن، ستتواجد قيمة أساسية لها لحالة للتشغيل المستقر وبالتالى يعاد ضبط تنبيهات الخطورة تبعا لها.

وفى كلا الحالين ينصح بألا تتعدى قيمة تنبيهات الخطورة ١،٢٥ مرة من الحد الأقصى للمنطقة ب (هذا الحد موصف بالقيمة ب/ج فى الجداول من ١١ إلى ٤١).

وإذا حدث تغيير فى القيمة الأساسية للتشغيل المستقر (بعد عمل عمرة للماكينة مثلا)، فيجب أن تراجع قيمة تنبيهات الخطورة وتعدل تبعا لذلك.

ويمكن تحديد قيم مختلفة لتنبيهات الخطورة بناءا على اختلاف الأحمال الديناميكية وكذلك اختلاف جساءة الركائز عند أماكن واتجاهات قياس مختلفة.

٥/ ٥/ ٣ ضبط الإيقاف للخطورة

تتوقف قيم الإيقاف للخطورة على التكامل الميكانيكى للماكينة وتعتمد على الخواص التصميمية الخاصة للماكينة والتى تجعلها قادرة على تحمل الأحمال الديناميكية غير المعتادة. ولذلك تكون القيم المستخدمة

عموما واحدة فى الماكينات ذات التصميم المتماثل. كما أنها تكون فى المعتاد ليس لها علاقة بقيمة التشغيل المستقر الأساسية والمستخدمة لضبط تنبيهات الخطورة .
وقد تختلف قيم الإيقاف للخطورة للماكينات ذات التصميم المختلف. ولذلك من الصعب اعطاء قيم استرشادية مطلقة لإيقاف الخطورة. وعموما هذه القيمة إما أن تكون فى المنطقة ج أو المنطقة د. ولكن ينصح بألا تتعدى ١،٢٥ مرة من الحد الأقصى للمنطقة ج (هذا الحد موصف بالقيمة ج/د فى الجداول من أ ١ إلى أ ٤).

٥/ ٥/ ٤ ظروف التشغيل الخاصة

فى حالة التشغيل خارج نطاق الحمل المعتاد أو خلال ظروف التشغيل الأنتقالية يعطل جهاز تنبيه الخطورة وقد يعطل كذلك جهاز الإيقاف للخطورة. وتحدد قيم آخرى للتنبيه للخطورة و الإيقاف للخطورة أثناء التشغيل فى هذه الظروف الخاصة إذا المطلوب مراقبة الماكينة خلالها. وهذه القيم تختار بناءا على القيم القصوى للاهتزازت المقبولة خلال بداية تشغيل الماكينة.

٥/ ٦ طرق ومعايير إضافية

قد يضاف إلى القياسات والتقييم لاهتزازات الماكينةالموجودة فى هذه المواصفة قياسات اهتزازات عمود الدوران (ومعاييرالتقييم لها موجودة فى المواصفة الدولية المدرجة ببند ٢ / ٢ من المراجع المكملة). ومن المهم الإشارة إلى أنه لا توجد علاقة بسيطة بين اهتزاز غلاف الكرسى واهتزاز العمود أو العكس. ولذلك عند تقييم خطورة اهتزاز ماكينة ما تطبق المعايير الموجودة فى هذه المواصفة وتلك الموجودة فى المواصفة الدولية المدرجة ببند ٢ / ٢ من المراجع المكملة. ويتم قياس كلا من اهتزازات العمود واهتزازات ركائز أو اغلفة الكراسى لها. وعند وجود اختلاف فى خطورة الاهتزازللماكينة نظرا لتطبيق معايير مختلفة، فيطبق تصنيف المنطقة الأكثر تشددا.

٥/ ٧ التقييم باستخدام معلومات متجه الاهتزازات

التقييم الذى يتم بناءا على هذه المواصفة، محدد بالاهتزازات المقاسة فى نطاق التردد العريض وبدون الأخذ فى الاعتبارالترددات الداخلية فى هذا النطاق أو زوايا الطور لها. وهذا التقييم بهذه الكيفية يكون كافيا فى معظم الحالات لأغراض اختبارات القبول ومراقبة التشغيل. ولكن فى حالات المراقبة لمدة طويلة أو التشخيص يكون استخدام معلومات متجه الاهتزاز مفيد خصوصا لاكتشاف وتعيين التغيرات الديناميكية للماكينة. وهذه التغيرات قد لا يتم اكتشافها باستخدام القياسات فى نطاق عريض للترددات فقط (انظر الجزء الأول من هذه المواصفة). ولكن مواصفات المعايير لها خارج نطاق هذه المواصفة.

٦ اختبارات الرنين

يجب التأكد من أن الماكينة وركائز الهيكل لا يوجد بها أى نوع من أنواع الرنين وذلك يتطلب إجراء اختبارات الرنين والتى تشمل اختبارات الصدمات واختبارات السرعة الحرجة. و فى جميع الأحوال يجب أن يكون هناك حيز فاصل لا يقل عن ٢٠% بين التردد الطبيعي وتردد الإثارة.

ملحق أ

حدود نطاق التقييم

تعطى الجداول من ١١ إلى ٤١ القيم الموصى بها لحدود المناطق وذلك للمجموعات الإربع الأساسية للماكينات الموجودة فى هذا الجزء من هذه المواصفة. وهذه القيم تنطبق على قياسات ركائز الكراسى أو أغلفتها فى الإتجاه القطرى والتى تؤخذ باستخدام المعدات المواصفة فى الفقرة رقم ٤/٤ وهى قياسات سرعة الاهتزازت فى نطاق واسع من الترددات أو قياسات القمة إلي القمة للإزاحة. وهذه القيم تنطبق على التشغيل المستقر للتوربينات فى الحدود التعاقدية المسموح بها وأى ظروف تحميلية آخرى يمكن للماكينة أن تعمل عندها (انظر الفقرة رقم ٥ / ٣ / ١ ، ٥ / ٣ / ٣).

ملحوظة (١) :

قيمت القيم الحدية إحصائيا باستخدام البيانات المقاسة (ملحق ج). وهى ليست مشتقة من السلوك الأدائي لكل ماكينة (مثل حدوث أعطاب لها).

ولبعض مجموعات الماكينات، تقسم قيم حدود المنطقة نظرا لاختلاف جساءة الكراسى فى الاتجاه القطرى.

وتعطى قيم منفصلة لمواضع القياس المختلفة الموضحة فى الاشكال من رقم ١ إلى رقم ٤، وتكون قيم حدود المنطقة موصفة لكل من قياسات سرعة الاهتزاز والإزاحة. وإذا تم قياس القيمتيين (السرعة والإزاحة) وقورنت بالقيم الموجودة فى الجداول ١١ و ٣١ وا ٤ فبطبق التقييم الأكثر تشددا.

ملحوظة (٢) :

قد تحدث اهتزازات عالية فى مبيت الكراسى للماكينات ذات التوربين من نوع فرانسس ، وذلك بسبب وجود إثارة فى انبوب سحب الهواء. والخبرة العملية تبين أن هذه الإثارة موجودة حتى فى اثناء ظروف التشغيل العادية للماكينة. وعند حدوث إثارة شديدة لمثل هذا النوع من الماكينات لا تطبق الحدود الموجودة فى الجداول. وحاليا لا توجد قراءات قياس كافية لتحديد حدود لمثل هذه النوع من الماكينات ذو الإثارة الشديدة.

الجدول أ١

قيم الحدود الموصى بها لماكينات المجموعة الأولى

مجموعة الماكينات الأفقية ذات ركائز كراسى أو كراسى النهاية المحمبة المركبة على أساسات جسيئة وذات سرعات أكبر من ٣٠٠ ل / د.

حدود المناطق	عند مواضع القياس ١ ، ٢ ، ٣ و ٤	
	الأزاحة قمة الى قمة ميكروميتر	السرعة r.m.s مم / ث
ا / ب	٣٠	١,٦
ب / ج	٥٠	٢,٥
ج / د	٨٠	٤

الجدول أ٢

قيم الحدود الموصى بها لماكينات المجموعة الثانية

مجموعة الماكينات الأفقية ذات أغلفة الكراسى المرتكزة على غلاف الماكينة الهيدرولكية وذات سرعات أقل من ٣٠٠ ل / د.

حدود المناطق	عند مواضع القياس ١، ٢، ٣ و ٤
	السرعة r.m.s مم / ث
ا / ب	٢، ٥
ب / ج	٤
ج / د	٦,٤

ملحوظة :

لا توجد قيم لحدود للإزاحة حاليا للمجموعة الثانية، حيث أن جسم المجس يهتز بسعات مرتفعة وترددات منخفضة للغاية، وهذه الاهتزازات تنتقل إلى كراسي الماكينة فى معظم الأحيان. واهتزاز المجس المرتفع يؤدى إلى حجب الاهتزازات الناجمة عن الماكينة نفسها. ولا تنطبق حدود المنطقة لتقييم سعة اهتزاز المجس.

الجدول أ٣

قيم الحدود الموصى بها لماكينات المجموعة الثالثة

مجموعة الماكينات الرأسية ذات أغلفة الكراسى التى كلها مرتكزة على أساسات وذات سرعات من ٦٠ ل / د وحتى ١٨٠٠ ل / د.

حدود المناطق	القياسات عند كل كراسى التحميل الرئيسية	
	الأزاحة قمة ألى قمة ميكروميتر	السرعة مم / ث r.m.s
ا / ب	٣٠	٦,١
ب / ج	٥٠	٢,٥
ج / د	٨٠	٤

الجدول ٤١

قيم الحدود الموصى بها لماكينات المجموعة الرابعة

مجموعة الماكينات الرأسية ذات كراسى التحميل السفلية المرتكزة على الأساسات و ذات كراسى التحميل العلوية مرتكزة على الجزء الثابت من المولد فقط وذات سرعات من ٦٠ ل/ د وحتى ١٨٠٠ ل/د.

حدود المناطق	عند موقع القياس ١		عند كل الكراسى الرئيسية الآخرى	
	الأزاحة قمة ألى قمة ميكرومتر	السرعة مم/ ث r.m.s	الأزاحة قمة ألى قمة ميكروميتر	السرعة مم/ ث r.m.s
ا/ ب	٦٥	٢.٥	٣٠	١,٦
ب / ج	١٠٠	٤	٥٠	٢,٥
ج / د	١٦٠	٦,٤	٨٠	٤

:

إذا كانت الماكينة بها كرسى تحميل سفلى لا يرتكز على الأساسات، فتقيم الاهتزازات كما فى الموضع (١) .

:

الماكينات ذات التصميم المظلية تندرج تحت هذه المجموعة. وحدود المنطقة لها هو ما يطبق على الكراسى الرئيسية.

ملحق ب

(معلوماتى)

الملامح الخاصة لاهتزازات مبيت كراسي للماكينات الهيدرولكية

ب /١ عــام

يوضح الجزء الأول من هذه المواصفة، أساسيات ميكانيكا اهتزازت مبايت الكراسى. وهى مبنية على طيف عريض لأبحاث نظرية وعملية على الماكينات ذات محور دوران أفقى. وحتى الآن لم تتم مثل هذه الأبحاث على الماكينات ذات محور دوران رأسي والتى تمثل معظم مجموعات الماكينات الهيدرولكية.

وقد تحدث اهتزازات مبايت الكراسي للماكينات الهيدرولكية فى نطاق عريض من الترددات. والأسباب المحتملة لمثل هذه الاهتزازات مذكور فى البنود من ب / ٢ إلى ب / ٤ .

ب/ ٢ الأسباب الميكانيكية

وهذه الأسباب راجعة إلى عدم الضبط المحورى، كراسى غير متماثلة، مجموعات غير مثبتة جيدا فى الأجزاء الدوارة أو الثابتة، عدم اتزان متبقى فى محور الدوران أو الريش أو محور المثير. والترددات المتوقعة لمثل هذه العيوب هى ترددات الدوران ومضاعفتها التوافقية.

ب/ ٣ الأسباب الكهربائية

وهذه الأسباب راجعة إلى عدم التساوى الكافى لشد المجال المغناطيسى للعضو الدوار للماكينات الكهربائية المتصلة.

والترددات المتوقعة هى ترددات الدوران ومضاعفتها التوافقية.

ب/ ٤ الأسباب الهيدرولكية

ب/ ٤ /١ السريان خلال المسارات المائية

والترددات المتوقعة هى ترددات الدوران وتردد مرور الريشة أو الجيب أو خليط منهم .

ب/ ٤/ ٢ عدم استقرار السريان فى انبوب السحب

وهى تحدث فى التوربين من نوع الفرانسيس حتى أثناء ظروف التشغيل المستقر خارج نطاق أحسن كفاءة.والترددات المتوقعة هى ترددات أقل من تردد الدوران، غالبا إلى أقل من الثلث إلى الربع منها. وقد يحدث رنين للبنيان الهيدرولكى أو الشبكة المتصلة به مما يعظم الظاهرة.

ب/ ٤/ ٣ التكهف

وهذا ينتج من ظروف سريان غير سليمة حول الجزء الدوار أو حول الأشكال الخارجية للريش. وغالبا ما يقع خلال نطاقات التحميل الزائد. ويعتبر التغير فى ارتفاع منسوب المياه الخلفى سبب مهم آخر لحدوث هذه الظاهرة.
والترددات المتوقعة لهذه الظاهرة ترددات مرتفعة كما فى الإنفجارات.

ب/ ٤ /٤ الاهتزازات الناشئة عن المرونة الهيدرولكية

وهى تنشأ عن الشكل الغير سليم لحواف الخروج للأشكال الهيدرولكية (الريش – الجيوب ....الخ)
والترددات المتوقعة ترددات أقل من ١٠٠ هرتز وحتى عدة كيلوهرتز (وتتوقف على أبعاد الشكل وسرعات السريان). وغالبا ما يلاحظ تردد تضاربى واضح.

ب/ ٤/ ٥ اهتزازات الإثارة الذاتية

وهى تحدث عند تحرك أجزاء ميكانيكية (وصلات إحكام – الخلوصات) الذى يؤثر على السريان حولهم أو خلالهم ، .والترددات المتوقعة ترددات أعلى من تردد الدوران قليلا وتنطبق فى الغالب مع التردد الطبيعى لانحناء النظام الدوار ، وقد تحدث اهتزازات عالية نتيجة للدومات التى تنشأ عند التحميل الجزئى أو التحميل الزائد للماكينات من المجموعة الثالثة أو المجموعة الرابعة. وقد يكون تصميم الماكينة مناسب لتحمل مثل هذه الظروف الخاصة، وذلك لفترات تشغيل محددة، مالم يؤثر ذلك على كلال أجزاء الجسم الرئيسي لها (حتى وإن كان مستوى الاهتزاز عالى ولكنه أقل من حدود المناطق الموصى بها).

ب /٥ الإثارات الإضافية

تنشأ قوى إثارة إضافية، خلال ظروف التشغيل العابرة (مثل أثناء بداية التشغيل أو أثناء التوقف) تتفاعل مع الجزء الدوار مما يولد اهتزازات ذات سعات مرتفعة ونطاق طيفى عريض. وخلال نبذ الحمل قد تواجه التوربينات وحتى تلك من النوع الكابلن عدم استقرار لانبوب الهواء (الفقرة ب /٤ /٢)، ويصاحبه اهتزازات للكراسى ذات سعات كبيرة نسبيا عند ترددات أقل من تردد الدوران. وقد تحدث ظاهرة الرنين عند سرعات معينة خلال التباطؤ وذلك عند ظروف تشغيل مماثلة (خصوصا للماكينات ذات عمود دوران له كرسيين محوريين فقط). وتشمل سعة الاهتزاز للكراسى فى هذه الحالات على تردد أو أكثر من الترددات الطبيعية لعمود الدوران طبقا للسرعة اللحظية له.
وتسبب ظروف التشغيل العابرة والمتكررة (مثل بداية التشغيل والإيقاف) إثارات عشوائية واضحة ذات نطاق عريض من الترددات. وقد تزداد شدة هذه الإثارة، ذات الطبف العريض من الترددات، أكثر عند ظروف التشغيل العابرة القصوى مثل ما يحدث عند عطب صمام الغلق.
وخلافا للماكينات الحرارية، يمكن تشغيل وإيقاف الماكينات الهيدرولكية أو تغير الحمل سريعا مرات متكررة. ولذلك غالبا ما تستخدم هذه الماكينات فى توليد القوى فى ساعات الذروة أو للتحكم فى التردد أو الحمل. وتتعرض الماكينات الهيدرولكية لاهتزازات وإجهادات زائدة، حيث أن ظروف التشغيل العابر تتضمن تشغيل وإيقاف متكرر وغالبا مايحدث تغير سريع من حالة تشغيلية إلى آخرى. وتكون ظروف التشغيل الإنتقالية متكررة كثيرا لمعدات تحميل الذروة ومضخات التخزين بحيث يتجاوز مجموع فترات حدوث الاهتزازات العالية ١ % من وقت التشغيل الكلى للماكينة. ولهذا يجب تقييم ظروف التشغيل العابرة هذه بطريقة منفصلة تأخذ بالإعتبار الإجهادات الإضافية التى تقع على الكراسى والأجزاء الآخرى من الماكينة والمتأثرة بهذه الظروف.

الملحق ج

(معلوماتى)

طرق التحليل والأساليب المتبعة فى الاستنتاج

تم استخدام البيانات (الكميات المقاسة على أغلفة أو ركائز الكراسى) من أنواع مختلفة من ماكينات ذات محور أفقى أو رأسى وعند سرعات مختلفة لها والتى جمعت من ١١ دولة. وانشئت قاعدتيين للمعلومات، احداهما خاصة بالإزاحة والآخرى خاصة بالسرعة. وبنيت قواعد البيانات كما يلى :

- قياسات الإزاحة قمة إلى قمة S_{p-p} لأغلفة الكراسى مع سرعة دوران الماكينة.
- قياسات سرعة الاهتزازت V_{rms} لأغلفة الكراسى مع سرعة دوران الماكينة.

وقد عدلت بعض القيم المبدئية للضرورة نظرا لعدم التوافق الذى لوحظ. وأجريت الخطوات التالية وبالطريقة الموضحة على مجموعة القراءات المحسنة (باستخدام برنامج تحليل احصائى).

ا – تأكيد حسن توزيع القراءات خلال نطاق السرعة الموصف.

ب – استخدام النموذج الإحصائى $Y = a X^b$ مع استخدام تحويل لوغاريتم – لوغاريتم لقاعدة البيانات بعد ضربها فى معامل حيث أن سرعة الماكينة هى المتغير المطلق والسرعة أو الإزاحة هى المتغير التابع (المقيد).

ج - إجراء حسابات ورسم الآتى :

- تحليل التباين .
- اختبار الخطأ المطلق ونقص التوافق.
- منحنى متوسط القيمة باحتمالية ٩٨ % وحدود تنبوئية (من ٦٠ % إلى ٩٥ % وبخطوات ٥ %).
- المتبقيات.
- رسم المتبقيات التراكمية الطبيعية.
- اختبا ر F (لتطابق النموذج).

د - الخطية لمنحنيات التنبؤ المحسوب (أساسا بجانب الحدود فى نطاقى السرعة المنخفضة والمرتفعة) فى مقياس لوغاريتمى ثنائى.

ه - تحديد حدود المنحنى التنبوئ ، ٨٥ % كحد المنطقة ب / ج بحيث تكون ٩٢،٥ % من كل القراءات المجمعة تحت هذا المنحنى التنبوئ المستنتج.

و - النسبة بين حدود المناطق ا / ب ، ب / ج ، ج / د وجدت بعد مناقشات مكثفة بين مجموعة العمل والخبراء فى مجموعات عمل أخرى حول حدود الآمان وضبط التحذيرللخطورة والإيقاف للخطورة.

.

٧ المراجع

- المواصفة القياسية الدولية ISO 10816-5:2000

Mechanical vibration -- Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts -- Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants

٨ المصطلحات

أستجابة مستوية.. .... flat response

مجس زلزالى... .... seimictransducer

الربع المفرمل .... brake quadrant

نبذ الحمل .... load rejection

تنبيهات الخطورة ....Alarms

الإيقاف للخطورة .... Trips

شدة قوة الاهتزازات.. Vibration Severity

مقدار الاهتزازات .... Vibration Magnitude

الجهات التى اشتركت فى وضع المواصفة

قام بإعداد هذه المواصفة اللجنة الفنية رقم (٥ / ١٣)ولجنة التوافق رقم(١/٥) والخاصة بالميكانيكية والتى يضم تشكيلهم الجهات التالية:

- الهيئة المصرية للمواصفات والجودة

كلية هندسة – جامعة القاهرة

شركة الفجر للصناعات الهندسية

المعهد القومي للقياس والمعايرة

الهيئة العامة للرقابة على الصادرات والواردات

شركة السويس لتصنيع البترول

شركة أسمنت طرة

شركة راتيك

كلية العلوم – جامعة عين شمس

المركز القومى للبحوث

الشركة العربية البريطانية للصناعات الديناميكية ABD

الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة

١- أنشئت الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى عام ١٩٥٧ بالقرار الجمهورى رقم ٢٩ لسنة ١٩٥٧ الذى نص على اعتبارها المرجع القومى المعتمد للشئون التوحيد القياسى ونص القانون رقم ٢ لسنة ١٩٥٧ على أن المواصفة لا تعتبر قياسية إلا بعد اعتمادها من الهيئة.

٢- فى عام ١٩٧٩ صدر القرار الجمهورى رقم ٣٩٢ لسنة ١٩٧٩ الذى قرر ضم مركز ضبط الجودة إلى الهيئة.

٣- فى عام ٢٠٠٥ صدر القرار الجمهورى رقم ٨٣ لسنة ٢٠٠٥ بإعادة تسمية الهيئة لتصبح الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة ، وبناء عليه فإن الهيئة تختص بما يلى :

- إعداد وإصدار المواصفات القياسية للخامات والمنتجات والخامات والأجهزة ونظم الإدارة والتوثيق والمعلومات ومتطلبات الأمن والسلامة وفترات الصلاحية وأجهزة القياس.
- التفتيش الفنى والاختبار والرقابة وسحب العينات وإصدار شهادات المطابقة للمواصفات المعتمدة وشهادات المعايرة لأجهزة القياس.
- الترخيص بمنح علامة الجودة للمنتجات الصناعية وعلامات وشهادات الجودة والمطابقة المنتجات للمواصفات القياسية.
- تقديم المشورة الفنية وخدمات التدريب فى مجالات المواصفات والجودة القياس والمعايرة والاختبار والمعلومات لجميع الأطراف المعنية.
- تمثيل مصر فى أنشطة المنظمات الدولية والإقليمية العامة فى مجالات المواصفات والجودة والاختبار والمعايرة.

تقوم الهيئة بتنفيذ متطلبات واشتراطات اتفاقية العوائق الفنية على التجارة لمنظمة التجارة العالمية حيث أن الهيئة هى نقطة الاستعلام المصرية للإمداد بالمعلومات والوثائق فى مجال المواصفات وتقييم المطابقة.

٤- يدير الهيئة مجلس إدارة برئاسة وكيل أول الوزارة رئيس الهيئة، ويضم المجلس فى عضوية ممثلين عن مختلف الجهات المعنية للتوحيد القياسى وجودة الإنتاج والاختبار والمعايرة فى مصر بالإضافة إلى عدد من الأكاديميين والعلميين والخبراء والقانونيين ورجال الإعلام.

٥- يتم إعداد المواصفات القياسية من خلال لجان فنية يربو عددها على مائة لجنة يشارك فيها خبراء طبقاً للمعايير الدولية ومتخصصون من جميع الجهات المعنية ويقوم بالأمانة الفنية لها أعضاء من العاملين بالهيئة.

٦- يتم توزيع مشاريع المواصفات على قاعدة عريضة من الجهات المعنية والبلاد العربية لإبداء الملاحظات خلال فترة ستين يوماً كما تعرض هذه المشاريع على لجنة الصياغة ولجان عامة للمراجعة قبل العرض على مجلس الإدارة.

٧- تتبع الهيئة نظام الترخيص للمصانع باستخدام علامات الجودة على السلع والمنتجات المطابقة للمواصفات المصرية وذلك حماية المستهلكين وخدمة للصانعين لرفع جودة منتجاتهم. ويوجد بالهيئة مجموعة كبيرة من المعامل الحديثة لاختبار المنتجات الكيمائية ومواد البناء والتشييد والمنتجات الهندسية والغذائية ومنتجات الغزل والنسيج بالإضافة إلى معامل للقياس والمعايرة الميكانيكية والكهربائية والفيزيائية.

٨- يتوفر بالهيئة وحدة لحماية المستهلك لتتلقى شكواهم وتعمل على حلها وقد لاقت أعمال الوحدة نجاحاً كبيراً.

٩- يتوفر بالهيئة المكتبة الوحيدة فى مصر المتخصصة فى المواصفات القياسية تحتوى على أكثر من ١٣٠ ألف مواصفة دولية وأجنبية وإقليمية وعربية ومصرية.

EGYPTIAN STANDARDS

ES

ES: 4603-5/ 2006

ISO 10816-5:2000

Mechanical vibration -- Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts

PART : 5

Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants

ICS : 17.160; 29.160.40

Arab Republic of Egypt
Egyptian Organization for Standardization and Quality